

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11340514  
PUBLICATION DATE : 10-12-99

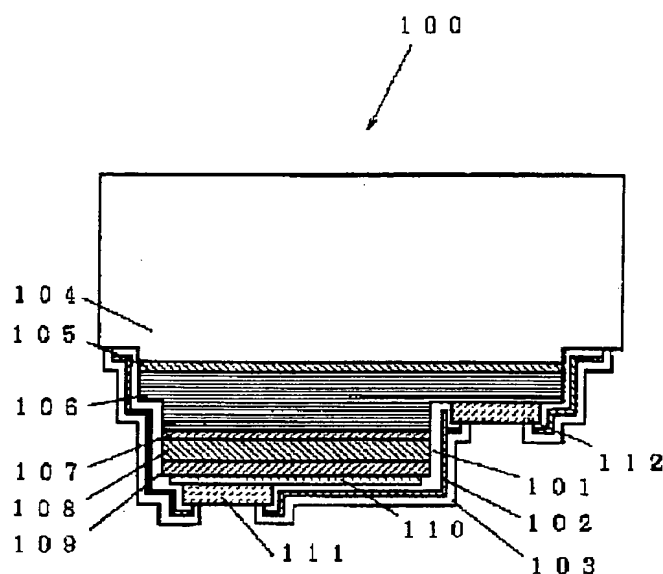
APPLICATION DATE : 22-05-98  
APPLICATION NUMBER : 10141873

APPLICANT : NICHIA CHEM IND LTD;

INVENTOR : TAKAOKA YOSHIKAZU;

INT.CL. : H01L 33/00

TITLE : FLIP-CHIP OPTICAL  
SEMICONDUCTOR ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To emit light at a high luminance with few short-circuits by providing a protective film covering the surface of nitride semiconductor layers with a laminate, comprising a first layer made of an insulating film, a metal layer formed on the first layer, and a second layer made of an insulating film and formed on the metal layer.

SOLUTION: After forming an n-type nitride semiconductor film and a film of a p-type nitride semiconductor on a sapphire substrate 104, the p-type nitride semiconductor is etched in part to thereby expose the surface of the n-type nitride semiconductor layer. After forming electrodes 110, 111 and 112 on the p and n-type nitride semiconductors, a silicon oxide film is formed over the whole surface. Etching is effected, using the silicon oxide film as a mask to thereby expose part of the electrode surfaces, and an insulating film which is a first layer 101 is formed. Then, a platinum film is formed to thereby form a metal layer 102 on the layer 101. Furthermore, a second layer 103 of an insulating layer is formed on the layer 102 by processing the silicon oxide film by a plasma CVD method. As a result, a three-layered protective film is formed.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-340514

(43)公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I  
H O 1 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-141873

(22)出願日 平成10年(1998)5月22日

(71)出願人 000226057  
日亜化学工業株式会社  
徳島県阿南市上中町岡491番地100

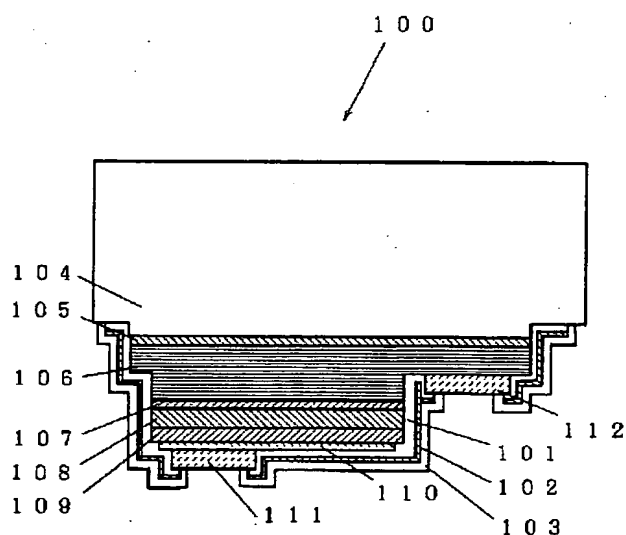
(72)発明者 高岡 美和  
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 フリップチップ型光半導体素子

(57) 【要約】

【課題】本発明は各種インジケータや光プリンタのプリンタヘッド用など種々の発光素子や太陽電池などの受光素子として利用可能なフリップチップ型光半導体素子に係わり、特に、駆動基板上への配置においても位置精度に関わりなく短絡が極めて少ない高輝度フリップチップ型光半導体素子を提供することにある。

【解決手段】本発明は透光性絶縁基板に形成された窒化物半導体の同一平面側に正と負の電極が設けられ、該電極表面の露出部を除いて窒化物半導体層表面を被覆した保護膜を有するフリップチップ型光半導体素子である。特に、保護膜は絶縁性被膜からなる第1層と、第1層上の金属層と、金属層上に絶縁性被膜からなる第2層の少なくとも3層構造からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性絶縁基板に形成された窒化物半導体の同一平面側に正と負の電極が設けられ、該電極表面の露出部を除いて窒化物半導体層表面を被覆した保護膜を有するフリップチップ型光半導体素子であって、前記保護膜は絶縁性被膜からなる第1層と、該第1層上の金属層と、該金属層上に絶縁性被膜からなる第2層の少なくとも3層構造を有することを特徴とするフリップチップ型光半導体素子。

【請求項2】 前記第1層及び／又は第2層が酸化珪素、酸化チタン、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、窒化珪素及びポリイミドから選択される少なくとも一種である請求項1に記載のフリップチップ型光半導体素子。

【請求項3】 前記金属層が前記電極の一部を構成している請求項1に記載のフリップチップ型光半導体素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は各種インジケータや光プリンタのプリンタヘッド用など種々の発光素子や太陽電池などの受光素子として利用可能なフリップチップ型光半導体素子に係わり、特に、駆動基板上への配置においても位置精度に関わりなく短絡が極めて少ない高輝度フリップチップ型光半導体素子に関する。

【0002】

【従来技術】駆動基板の電極上にLEDチップの電極を直接、Agペーストや半田などにより導通固定させるフリップチップ型光半導体素子がある。このようなLEDチップは、導通を取るためにワイヤを用いる必要がなく、比較的簡単な工程で比較的小型なLEDチップを搭載することができる。

【0003】このようなフリップチップ型光半導体素子の模式的断面図を図4に示す。図4にはサファイア基板404上にバッファ層405を介してn型窒化物半導体、p型窒化物半導体が形成されたLEDチップが示されている。半導体表面側から導通を取る為に半導体の一部を除去してp型及びn型窒化物半導体の表面をそれぞれ露出させてある。p型及びn型窒化物半導体の表面にはそれぞれ各p型電極411及びn型電極412を形成してある。したがって、p型電極411及びn型電極412はそれぞれ同一平面側に形成されている。

【0004】LEDチップは予め駆動基板の電極パターン上にAgペーストなどを塗布した後、電極面を下にした状態でLEDチップを配置させる。Agペーストを硬化させることで、LEDチップを固定すると共に駆動基板の電極とLEDチップの各電極との導通を取ることができる。

【0005】LEDチップは一片が350 $\mu$ m以下でLEDチップ上の電極は一辺が約100 $\mu$ m程度と極めて小さな場合がある。この場合、LEDチップをダイボン

ド機器を用いて精度良く配置させることが難しい。また、上述のフリップチップ型光半導体素子は同一平面側に異なる極性を持った半導体接合が露出形成される場合がある。そのため、Agペーストなどを介してLEDチップの電極と駆動基板の電極パターンとを接続する場合、LEDチップの配置ずれによりAgペーストが半導体接合間をショートしてしまう場合がある。また、Agペーストの粘度、LEDチップ表面との表面張力によりAgペーストが半導体接合箇所まで這い上がり、同様に半導体接合間を短絡してしまう場合がある。短絡は発光輝度の低下のみならず発光素子の破壊を生ずる。このような、短絡は電極表面を除いて酸化珪素などの保護膜401を形成させることによりある程度制御することができる。

【0006】しかしながら、より小型化かつ歩留まりの高い光半導体素子が求められる現在においては十分ではなく、更なる改良が求められている。特に、絶縁性被膜を成膜させると短絡を生ずる数が減るものの、いまだ十分な歩留まりがあるフリップチップ型光半導体素子とすることができなかった。したがって、本発明はより短絡の少ない高輝度発光可能なフリップチップ型光半導体素子を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は透光性絶縁基板に形成された窒化物半導体の同一平面側に正と負の電極が設けられ、該電極表面の露出部を除いて窒化物半導体層表面を被覆した保護膜を有するフリップチップ型光半導体素子である。特に、保護膜は絶縁性被膜からなる第1層と、第1層上の金属層と、金属層上に絶縁性被膜からなる第2層の少なくとも3層構造からなる。

【0008】これにより、制御性よく絶縁被膜を半導体接合部等に形成することができると共にフリップチップ型光半導体素子の電氣的接続時においても極めて短絡の少ないものとし得る。即ち、金属層（合金を含む）を形成させることにより、導電性ペーストを構成する導電性部材が絶縁性被膜を介して進入することを防ぎ短絡を防止することができる。また、発光素子で放出された発光波長を効率よく外部に放出させることができる、或いは外部からの光を半導体に効率よく吸収できる受光素子とすることができる。

【0009】本発明の請求項2に記載の構成は、第1層及び／又は第2層が酸化珪素、酸化チタン、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、窒化珪素及びポリイミドから選択される少なくとも一種である。これにより、より信頼性の高いフリップチップ型光半導体素子とすることができる。

【0010】本発明の請求項3に記載の構成は、金属層が電極の一部を構成するものである。これにより、比較的簡単な構成で保護膜の工程を簡略化しつつ信頼性の高いフリップチップ型光半導体素子とすることができる。

## 【0011】

【発明の実施の形態】本発明者は種々の実験の結果、窒化物半導体素子上を被覆する被膜を特定構造とすることにより、信頼性の高いフリップチップ型光半導体素子とすることを発見し本発明を成すに至った。

【0012】即ち、無機絶縁膜は緻密で欠陥のない薄膜を形成することが難しいこと、及びフリップチップ型光半導体素子の電氣的接続に使用される導電性接着剤により短絡すると考えられる。より具体的には導電性接着剤を構成するAgなどの導電性部材は、周辺環境の水分等によりイオン化される。イオン化された金属は、窒化物半導体との通電に伴い無機絶縁膜内をマイグレーションして短絡を生ずる場合がある。短絡に伴い半導体の機能低下ばかりでなく、半導体素子が破壊される場合もある。特に、半導体接合部での短絡は、窒化物半導体素子に特に大きな影響を与えると考えられる。本発明は絶縁膜間に金属膜を挟み込む保護膜の構成とすることにより、絶縁部材を通して半導体接合部などに形成される短絡を防止し得るものである。なお、このような問題は発光素子のみならず受光素子においても同様な問題である。

【0013】以下、本発明の具体的実施態様例について図1を用いて説明する。図1には、サファイア基板104上にn型窒化物半導体、p型窒化物半導体をそれぞれ成膜させた後、p型窒化物半導体を部分的にエッチングさせn型窒化物半導体層の表面まで露出させる。p型及びn型窒化物半導体上に電極110、111、112を形成させた後、プラズマCVD法により酸化珪素を全面に成膜する。酸化珪素をマスクを利用したエッチングにより、電極表面の一部を露出させ第1層101としての絶縁膜を形成させた。次に、白金をスパッタリング法により成膜させ、第1層上に金属層102を形成させる。さらに、第1層101と同様にして、酸化珪素をプラズマCVD法により絶縁性の第2層103として成膜させ三層構成の保護膜を形成させた。形成させたフリップチップ型光半導体素子の電極と、駆動回路基板の電極パターンとをCu含有のエポキシ樹脂を用いて電氣的に接続させた。駆動回路から電流を供給するとLEDチップが発光する。LEDチップからの光はサファイアを直接透過して外部に取り出させるものの他、保護膜を形成する金属層により反射されサファイアに取り出されるものがある。そのため、LEDチップからの発光波長を高効率で放出することができる。以下、本発明の各構成について詳述する。

【0014】（保護膜）本発明の保護膜は、少なくとも絶縁性被膜からなる第1層101、金属層102、絶縁性被膜103からなる第2層で構成されている。特に、保護膜は少なくとも光半導体素子の半導体接合部をフリップチップ型光半導体素子の導通時に利用される導電性ペーストや半田などの接触から防止するものである。し

たがって、各層は以下の如き特性を持っていることが好ましい。

【0015】（第1層101、201、301）第1層としては窒化物半導体と接して形成することができるため、窒化物半導体との密着性が良いものが好ましい。また、第1層101上に金属層102を形成するために絶縁性の高い絶縁膜が好ましい。第1層101は発光素子が発光する波長を効率よく反射する或いは、受光素子が受光する波長に対して効率よく反射することで光利用効率を高めることができる。具体的には、第1層101の膜厚を発光素子の発光波長や受光素子の受光波長に対し1/4倍の厚さとすることで反射率を向上させることができる。また、発光素子から放出された発光波長を金属層102で反射させる場合は、第1層101が少なくとも発光素子から放出される発光波長や受光素子で受光される受光波長に対して透光性の高い層とすることが好ましい。

【0016】このような第1層101に用いられる材料としては、酸化珪素、酸化チタン、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム及び窒化珪素などの金属酸化物や金属窒化物、さらにはポリイミドなどの樹脂が好適に挙げられる。第1層101が無機絶縁膜の場合はスパッタリング法や各種CVD法などを利用することにより、小型な光半導体素子においても制御性よく形成することができる。特に、緻密な無機絶縁膜を成膜させるためにはプラズマCVD法を利用することが好ましい。

【0017】（金属層102、202、302）金属層102は導電時に保護膜を構成する第2層103を介して進入する外部などからの金属イオンなどを実質的に防止する働きをするものである。金属層102は、スパッタリング法や真空蒸着法などにより薄膜、かつ制御性良く形成することができる他、欠陥の少ない膜として形成しやすい。また、第1層101を透過した波長を効率よく反射する金属（合金や積層物を含む）を選択することにより、集光性等を高め光取りだし効率を高めることができる。

【0018】このような金属層102は外部からのイオンの進入を止める。或いは、導電性ペースト、導電性ペーストを構成するフィラや半田の進入を防止しうるものであれば種々の金属でも選択することができる。金属層の具体的材料としては、ニッケル、白金、金、アルミニウム、タングステン、モリブデンやこれらの合金や積層物が好適に挙げられる。

【0019】金属層はイオンマイグレーションを好適に防止しうるものであるため、金属層自体がイオン化し難いものが好ましい。特に、銀は、導電性が高く、窒化物半導体のバンドギャップに対応する光に対して反射性はよい。しかし、イオンマイグレーションを起こしやすい銀を除いた金属元素で構成することが好ましい。また、

金属層102の厚みは発光素子からの発光波長を反射及び小型化などを考慮すると百Åから数ミクロン程度の厚みで形成することが好ましい。金属層102は短絡しない限り、窒化物半導体の全周を被覆するように形成しても良いし、複数の分割した形状で形成することもできる。

【0020】複数の分割された場合、p型或いはn型の電極の一部を構成することもできる。これにより、電極形成と同時に金属層302を形成することができる。そのため複数のマスクとエッチング工程を簡略して、工程数を低減することができる。このような金属層302として具体的にはp型窒化物半導体の電極として機能させる場合は、オーミック接触等を考慮して、ニッケル、コバルト、金や白金などの金属元素で構成されていることが好ましい。同様に、n型窒化物半導体の電極としても機能させる場合は、タングステン、アルミニウムやチタンなどの金属元素で構成されていることが好ましい。さらに、窒化物半導体を活性層を介してダブルヘテロ構造としたLEDに利用した場合、活性層の端面から放出される光が特に多いことから活性層を絶縁層を介した金属層で被覆することにより、発光効率をより向上させることができる。

【0021】(第2層103)第2層103は金属層102を被覆する絶縁被膜であり外部と窒化物半導体とを電気的に絶縁するために設けられるものである。したがって、金属層102上に直接形成される場合は金属層102と密着性がよく絶縁性が高いことが求められる。第2層103に用いられる材料としては、第1層101と同様、種々の金属酸化物、金属窒化物などの無機物質の他、有機樹脂を種々選択することができる。より具体的には、酸化珪素、酸化チタン、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、窒化珪素及びポリイミド樹脂などを好適に挙げることができる。第2層103が無機絶縁膜の場合は緻密に形成させるほど短絡の傾向が減少するが、緻密に形成させるためには成膜時間がかかる傾向にある。

【0022】一方、第2層103はフリップチップ型光半導体素子の最外郭に配置される場合がある。このような、第2層103の場合は実装時における保護膜の損傷を防止するため、ポリイミドなどの絶縁性有機物質を使用することもできる。これにより、信頼性を更に向上させることもできる。具体的には、窒化物半導体は、サファイア基板などの上に形成させた後、粘着シート上でスクライブなどにより個々の窒化物半導体素子に分割される。分割された窒化物半導体素子を取り上げ可能なように粘着シートをのばし、粘着シート下部から突き上げピンによって個々の半導体素子を突き上げ、コレットに吸着する。他方、搭載させる駆動基板側の電極にAgペーストなどの導電性ペーストを塗布する。コレットによって吸着した窒化物半導体素子を導電性ペースト上に乗

せ、導電性接着剤を硬化させる。これによって、所望の駆動基板上などに窒化物半導体素子を配置固定することができる。

【0023】窒化物半導体素子の場合、比較的硬いサファイア基板などの上に窒化物半導体が形成される。そのため、基板側においては比較的強度が高いものの、コレットで吸着させる際、突き上げピンは絶縁被膜を形成させた電極面側を突き上げる。そして半導体面(サファイア基板に対して窒化物半導体側)を配線基板の導電部に導電性接着剤を介してフリップチップボンディングさせる。

【0024】この場合、短絡不良を防止するために窒化物半導体面、窒化物半導体端面及び露出している基板面等に絶縁膜を形成しているにも関わらず、短絡不良の発生率がかなり高くなる傾向がある。この原因として、発光面が基板面の時は基板が硬いために突き上げピンによって傷や割れが発生し難い。特に、窒化物半導体面側を突き上げピンによって突き上げる場合は、保護膜に傷や割れ等が発生し易くなるために短絡の発生率が高いものと考えられる。

【0025】そこで、有機樹脂による絶縁被膜を特に第2層103として形成させた場合はフリップチップボンディング形式の窒化物半導体素子において、突き上げピンによる窒化物半導体面の傷及び絶縁膜の割れを防止し、短絡不良がなく信頼性の高い窒化物半導体素子とすることができる。

【0026】即ち、第2層103を有機絶縁膜とすることにより、配線基板への実装時における粘着シート下部からの突き上げピンの物理的衝撃を緩和し、短絡の原因となる絶縁膜の割れ等を効果的に防止できるものである。このような、第2層103にポリイミド系薄膜を利用した場合における具体的な膜厚は、突き上げピンで突き上げた時に受ける物理的力の緩和、及び絶縁膜の耐圧の点で1~10 $\mu$ mとすることが好ましい。また、ポリイミド系薄膜の発光主波長における透過率が60%以下であると、窒化物半導体素子端面からの漏光を抑制、光学特性のばらつきの軽減される。そのため、配光特性の安定性が得られるためより好ましい。

【0027】(光半導体素子)本発明の光半導体素子は、窒化物半導体からなる受光素子や発光素子である。透光性絶縁基板上に形成され少なくとも半導体接合を有する窒化物半導体により構成することができる。具体的には、透光性絶縁基板上にMOCVD法やHVPE法を用いて窒化物半導体を形成させることができる。このような透光性絶縁基板としては、窒化ガリウム、サファイア( $Al_2O_3$ )やスピネル( $MgAl_2O_4$ )などが挙げられる。半導体接合としては、MIS接合、PIN接合の他、pn接合が挙げられる。また、光半導体素子の特性により、ホモやダブルヘテロ構造とすることができる。さらに、単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とす

ることもできる。

【0028】p i n接合やp n接合が短絡することで、半導体特性に大きな損傷が加わる。そのため、本発明が有効に働くことになる。半導体の材料やその混晶度によって光半導体素子の発光波長及び受光波長を紫外光から赤色領域まで種々選択することができる。

【0029】なお結晶性の良い窒化物半導体を形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上に格子不整合緩和のためにGa N、Al N等のバッファ層を形成しその上にp n接合などを有する窒化物半導体を形成させることにより半導体特性の優れた発光素子や受光素子を構成させることができる。サファイヤで基板を形成させると硬度が高く、基板自体が透光性を持つと共に外部からの水分等の進入を防ぐことができるため特に好ましい。

【0030】窒化物半導体は、不純物をドーピングしない状態でn型導電性を示すが、n型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、Sn等を適宜導入することが好ましい。また、n型ドーパントと微量のp型ドーパントとをドーピングしたダブルドーピングすることもできる。これらのドーパントの種類とドーピング量を変えることによってキャリア密度を制御し電気抵抗を下げるができる。一方、p型窒化物半導体を形成させる場合は、p型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーピングさせる。窒化ガリウム半導体は、p型ドーパントをドーピングしただけでは低抵抗化しにくい。ためp型ドーパント導入後に、低速電子線照射、プラズマ照射や熱処理等させることで低抵抗化処理することができる。

【0031】半導体露出面側に一对の電極を形成するためには各半導体を所望の形状にエッチングしてあることが好ましい。エッチングとしては、ドライエッチングや、ウェットエッチングがある。ドライエッチングとしては例えば反応性イオンエッチング、イオンミリング、集束ビームエッチング、ECREッチング等が挙げられる。又、ウェットエッチングとしては、硝酸と燐酸の混酸を用いることができる。ただし、エッチングを行う前に所望の形状に窒化珪素や酸化珪素等の材料を用いてマスクを形成することは言うまでもない。以下、本発明の実施例について詳述するがこれのみに限定されるものではないことはいうまでもない。

#### 【0032】

【実施例】（実施例1）洗浄されたサファイアのC面を成膜表面としてMOCVD法を用いて窒化物半導体を成膜した。成膜装置内にサファイヤ基板104を配置し650℃に加熱すると共に、TMG（トリメチルガリウム）ガス、窒素ガスを原料ガス、水素ガスをキャリアガスとして流しバッファ層105を形成させた。一旦、原料ガスの導入を止めた後、成膜温度を1150℃に上げTMGガス、窒素ガス、水素ガスにn型ドーパントガスとしてシランを加えて厚さ5μmのn型窒化ガリウム層

106を成膜した。次に、TMGガスの供給を停止し、成膜温度を800℃に低下させた後、TMGガス、TMA（トリメチルアルミニウム）ガス、窒素ガス及び水素ガスを供給させて厚さ3nmの窒化インジウムガリウムを発光層107として成膜させた。

【0033】次に、原料ガスの供給を停止して成膜温度を1050℃に上げた後、再び原料ガスとしてTMGガス、TMAガス、窒素ガス、キャリアガスとして水素ガス、不純物ガスとしてシクロペンタジエチルマグネシウムを加えて厚さ300Åのp型クラッド層108を成膜させる。

【0034】p型クラッド層108上にTMAガスの供給を停止した以外はp型クラッド層の形成と同様にして厚さ1500Åのp型コンタクト層109を成膜させる。（なお、p型窒化物半導体となる半導体層は成膜後400℃以上で熱処理してある。）こうして活性層を介してダブルヘテロ構造である窒化物半導体を成膜した。半導体ウエハの同一面側に電極を形成させるため、マスクを利用して、活性層、p型クラッド層、p型コンタクト層を一部残しつつn型コンタクト層まで、部分的にエッチングさせてある。同様に各LEDチップとして分離できる大きさでサファイヤ基板上までそれぞれエッチングしてある。エッチング後、サファイヤ基板上には島状の窒化物半導体層が形成されることとなる。

【0035】p型コンタクト層109と接触し全面を被覆する電極110として白金を500Åでスパッタリング法を用いて成膜した。この電極110上には、100μm角のp型電極111として白金を0.7μmで成膜した。n型コンタクト層106上には直径100μmのn型電極112としてタングステン／アルミニウムを200Å／0.7μmとして成膜した。これによって、島状の窒化物半導体上には同一平面側に正負一对の電極111、112が形成されたことになる。

【0036】各窒化物半導体が形成されたp型及びn型の各電極上に第1層101を形成すべく、半導体ウエハをプラズマCVD装置内に配置させた。シランガス及び酸化窒素ガスを原料ガスとして酸化珪素膜を半導体ウエハの全面に形成させた。酸化珪素膜を形成後、プラズマCVD装置から取り出し、レジストマスクを利用してドライエッチングさせることによりp型電極111及びn型電極112の表面を露出させた。レジストマスクを除去して半導体ウエハ上に第1層101となる酸化珪素膜が形成させた。

【0037】続いて、半導体ウエハをスパッタリング装置内に配置させ、ターゲットをプラチナとしスパッタリングすることにより、金属層102となる厚さ500Åのプラチナを成膜させた。リフトオフによりp型電極111及びn型電極112の表面を露出させた。さらに、第1層101と同様の条件で再び第2層102の酸化珪素を形成させる。その後、p型電極111及びn型電極

112に形成されたマスクを除去する。これにより、各p型電極111、n型電極112の表面及びサファイア基板104以外は窒化物半導体の表面には、酸化珪素101、プラチナ102、酸化珪素103の三層構成となる保護膜が形成される。半導体ウエハを分離することにより、各々フリップチップ型LEDを得ることができる。

【0038】得られたLEDチップの内、1400個を電極の間隔が約100 $\mu$ mである一対の電極が形成された駆動回路上にAgペーストを用いてダイボンディングさせた。各LEDに電流を流したところサファイア基板104を介して発光しており全て発光可能であった。

【0039】(比較例1)金属層、第2層を設けるかわりに第1層の厚みを実施例1の保護膜の厚みと同じ膜厚とした以外は同様にして図4の如き、フリップチップ型LEDを形成させた。実施例1と同様に駆動回路上にAgペーストを用いて1400個のLEDをダイボンディングさせた。各LEDに電流を流したところ不灯となったものが5個あった。また、発光輝度が極端に暗くなったものが8個あった。不灯となったものを集束イオンビーム加工装置を用いて調べたところ、保護膜を介してAgが貫通しているためにリークしていた。また、発光輝度が極端に暗くなったものを除いた平均輝度を100とした場合、実施例1の平均輝度は121であった。

【0040】(実施例2)実施例2は図2に示したLEDの如く、第2層203を酸化珪素で形成させるかわりにポリイミド被膜とした。ポリイミド被膜を塗布硬化して第2層203を形成させた以外は、実施例1と同様にしてフリップチップ型LEDを構成させた。得られたLEDを実施例1、比較例1と同様にして測定したところ実施例1とほぼ同様の結果が得られた。なお、実施例2は実施例1に対して経時劣化が少なくなる傾向にある。

【0041】(実施例3)金属層302の厚みを0.7 $\mu$ mとして図3の如く、p型電極として一体的に形成させた以外は、実施例1と同様にしてフリップチップ型LEDを形成させた。得られたLEDは工程を簡略化したにもかかわらず、実施例1とほぼ同様の信頼性を得ることができた。

【0042】

【発明の効果】本発明はサファイア基板上の窒化物半導体を利用したフリップチップ型光半導体素子であり、特に光半導体素子に設けられた半導体接合を少なくとも3層構成の保護膜で被覆することにより発光輝度を向上さ

せると共に短絡の少ないフリップチップ型光半導体素子とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のフリップチップ型光半導体素子の模式的断面図を示す。

【図2】 本発明の別のフリップチップ型光半導体素子を駆動基板上に配置させた模式的断面図を示す。

【図3】 本発明の他のフリップチップ型光半導体素子の模式的断面図を示す。

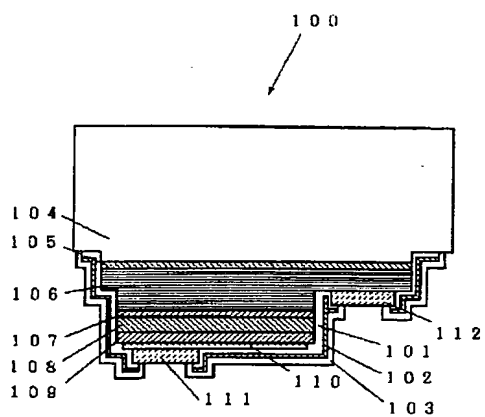
【図4】 本発明と比較のために示すフリップチップ型光半導体素子の模式的断面図を示す。

【符号の説明】

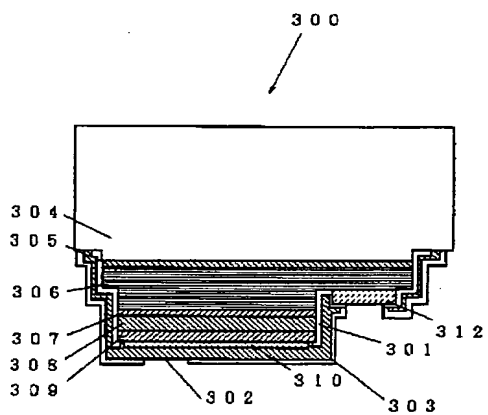
100、200、300・・・光半導体素子  
101、201、301・・・無機絶縁膜からなる第1層  
102、202・・・金属層  
103、303・・・無機絶縁膜からなる第2層  
104、204、304・・・透光性絶縁基板  
105、205、305・・・バッファ層  
106、206、306・・・n型コンタクト層  
107、207、307・・・活性層  
108、208、308・・・p型クラッド層  
109、209、309・・・p型コンタクト層  
110、210、310・・・p型半導体上に形成された電極  
111、211・・・p型電極  
112、212、312・・・n型電極  
203・・・有機絶縁膜からなる第2層  
214・・・駆動基板上に形成された電極パターン  
215・・・駆動基板  
302・・・p型電極を構成する金属層  
400・・・光半導体素子  
401・・・無機絶縁膜からなる第1層  
404・・・透光性絶縁基板  
405・・・バッファ層  
406・・・n型コンタクト層  
407・・・活性層  
408・・・p型クラッド層  
409・・・p型コンタクト層  
410・・・p型半導体上に形成された電極  
411・・・p型電極  
412・・・n型電極



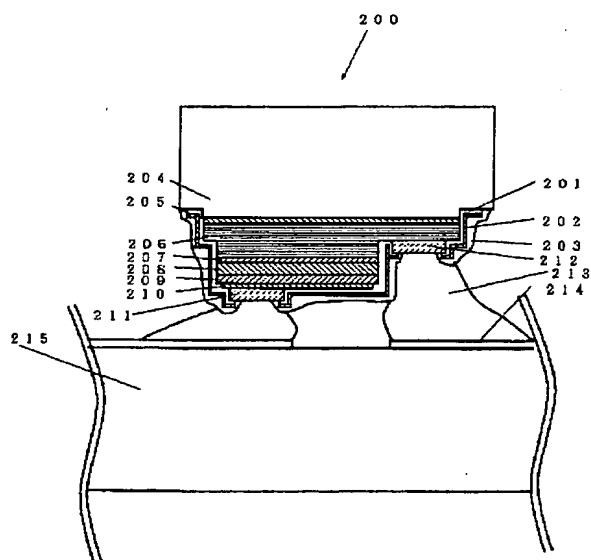
【図1】



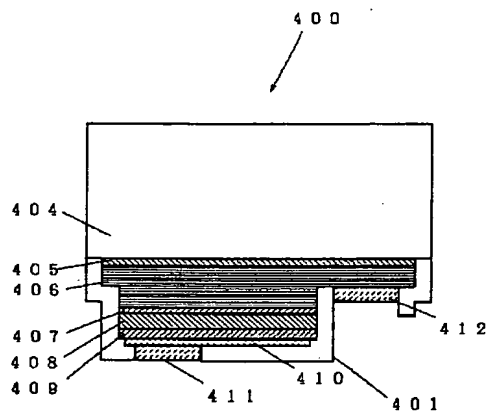
【図3】



【図2】



【図4】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**